Research Paper: Effect of Knee Isokinetic Extension Training with Maximum Lateral Tibial Rotation on Vastus Amplitudes in Patellofemoral Pain Syndrome Patients

*Seyyed Hossein Hosseini [1], Mehrdad Anbarian [2], Farzam Farahmand [3], Majid Ansari [4]

1. Department of Physical Education & Sport Sciences, Faculty of Physical Education & Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.
2. Department of Sport Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.
3. Department of Mechanical Engineering, School of Mechanical Engineering, Sharif University of Technology, Tehran, Iran.
4. Sports Medicine Research Center, Noorafshar Rehabilitation and Sports Medicine Hospital, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Received: 18 Nov. 2014
Accepted: 10 Feb. 2015

ABSTRACT

Objective Patellofemoral pain syndrome (PFPS) is one of the most common knee chronic disorders especially among females that is closely related to forces imbalance of vastus medial is oblique (VMO) and vastus lateral is (VL) muscles. The purpose of study was to examine the effect of knee isokinetic extension in maximum lateral tibia rotation on VMO and VL amplitudes in PFPS patients.

Materials & Methods Thirty-six women with PFPS participated voluntarily in this study and were randomly placed in one of three groups included the VMO selective isokinetic strengthening exercise, quadriceps general strengthening and control groups. Each exercise was performed for 8 weeks. Muscle RMS of VMO and VL and VMO/VL RMS ratio were recorded and calculated before and after training using of an 8-channels electromyography system. Data analysis was made by analyses of variance with repeated measures.

Results In baseline, VMO amplitude was less than VL in all groups (P≤0.05), but after interventions, it was more than VL in selective group (P=0.01) and less than VL in general (P=0.001) and control (P=0.036) groups. Before interventions, there was no difference between groups in muscles amplitude (P>0.05). Yet, after interventions, VMO amplitude and VMO/VL amplitude ratio were more in selective group than in general and control groups (P≤0.001), and VL amplitude was more in general group than in selective and control groups (P≤0.01).

Conclusion According to the study results, isokinetic extension training with maximum lateral tibia rotation and in close to knee full extension can be recommended as an appropriate training for improving VMO/VL electrical activity ratio and decreasing imbalance between lateral and medial vastus muscles amplitudes in patients with PFPS.

Keywords:
Isokinetic exercise, PFPS, Vastus muscles amplitude ratio, Lateral tibia rotation

*** Corresponding Author:***
Seyyed Hossein Hosseini, PhD
Address: Department of Physical Education & Sport Sciences, Faculty of Physical Education & Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.
Tel: +98 (13) 33124582
E-Mail: hoseini.papers@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

اثر تمرین اکستنشن ایزوکینتیک زانو با حداکثر چرخش خارجی تیبیا بر آمپلی‌تیود عضلات وستوس در مبتلایان به سندروم درد پاتلوفمورال

*سیدحسین حسینی[۱]، مهرداد عنبریان[۲]، فرزام فرهمند[۳]، مجید انصاری[۴]

۱- گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.
۲- گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ایران.
۳- گروه مهندسی مکانیک، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران.
۴- مرکز تحقیقات پزشکی ورزشی، بیمارستان توانبخشی و پزشکی ورزشی نورافشار، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۲۷ آبان ۱۳۹۳
تاریخ پذیرش: ۲۱ بهمن ۱۳۹۳

چکیده

هدف سندروم درد پاتلوفمورال از رایج‌ترین اختلالات مزمن زانو به‌ویژه در میان زنان است که ارتباط تنگاتنگی با ایمبالانس نیروی عضلات وستوس داخلی و خارجی دارد. هدف تحقیق حاضر، بررسی اثر تمرین اکستنشن ایزوکینتیک زانو در حداکثر چرخش خارجی تیبیا بر آمپلی‌تیود عضلات وستوس داخلی و خارجی در مبتلایان به این سندروم بود.

روش بررسی در این تحقیق ۳۶ زن مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال به‌طور داوطلبانه شرکت کردند و در یکی از ۳ گروه تمرین اکستنشن ایزوکینتیک مبتنی‌برتقویت انتخابی عضله پهن داخلی مایل، تمرین تقویت عمومی عضله چهارسر و کنترل به‌طور تصادفی قرار گرفتند. این تمرینات به مدت ۸ هفته اجرا گردید. آمپلی‌تیود عضلات پهن داخلی مایل و پهن خارجی و نیز نسبت فعالیت پهن داخلی مایل به پهن خارجی قبل و پس از مداخلات تمرینی با استفاده از یک سیستم الکترومایوگرافی ۸ کاناله ثبت و محاسبه گردید. تحلیل داده‌های حاصل با استفاده از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر صورت پذیرفت.

یافته‌ها در ابتدای مطالعه آمپلی‌تیود پهن داخلی مایل، در هر سه گروه کمتر از پهن خارجی ($P\leq0/01$) بود، اما پس از مداخلات در گروه تقویت انتخابی بیشتر از پهن خارجی ($P=0/01$) و در گروه عمومی ($P=0/001$) و کنترل ($P=0/036$) کمتر از پهن خارجی به‌دست آمد. قبل از مداخلات، بین گروه‌های مختلف تفاوتی وجود نداشت($P>0/05$)، ولی پس از مداخلات، آمپلی‌تیود پهن داخلی مایل و نسبت فعالیت پهن داخلی مایل به پهن خارجی در گروه انتخابی بیشتر از گروه عمومی و کنترل ($P\leq0/001$) و آمپلی‌تیود پهن خارجی در گروه عمومی بیشتر از گروه انتخابی و کنترل بود ($P\leq0/01$).

نتیجه‌گیری براساس یافته‌های پژوهش حاضر، می‌توان تمرین اکستنشن ایزوکینتیک در حداکثر چرخش خارجی تیبیا و در نزدیکی فول‌اکستنشن زانو را به‌عنوان تمرینی مناسب برای بهبود نسبت فعالیت الکتریکی پهن داخلی مایل به پهن خارجی و کاهش ایمبالانس بین آمپلی‌تیود عضلات پهن داخلی و خارجی برای مبتلایان به این سندروم پیشنهاد نمود.

کلیدواژه‌ها:
تمرین ایزوکینتیک، سندروم درد پاتلوفمورال، نسبت آمپلی‌تیودعضلات وستوس، چرخش خارجی تیبیا

مقدمه

سندروم درد پاتلوفمورال (PFPS)[۱] بیش از ۵۰ درصد تمامی آسیب‌های ناشی از استفاده بیش‌ازحد زانو و حدود ۲۵ درصد تمامی آسیب‌های مربوط به اندام تحتانی را شامل می‌شود [۱] و این پدیده در میان زنان گسترده‌تر است [۲]. اگر این سندروم به‌درستی ارزیابی و درمان نشود ممکن است درنهایت منجر به استئوآرتریت زانو شود. با این وجود علت این اختلال تاکنون به‌طور دقیق درک نشده است، اما شاخصه مکانیکی اصلی آن انحراف پاتلا به خارج از درون شیار ران[۲] [۳] به‌دلیل تغییرات آناتومیکی بافت عضلات پهن داخلی مایل[۳] و پهن خارجی[۴] است [۱]. گزارش شده است که به‌علت کاهش فعالیت عضلات کوادریسپس در افراد مبتلا به PFPS، شاخص‌های ثباتی مفصل دچار اختلال می‌شود [۴] و به‌دنبال تغییر آوران‌های مربوط به گیرنده‌های عضلانی از جمله عضله کوادریسپس، حس عمقی مفصل زانو دستخوش آسیب می‌گردد [۵]. عملکرد طبیعی

1. Patellofemoral pain syndrome
2. Femoral sulcus
3. Vastus medialis obliquus (VMO)
4. Vastus lateralis (VL)

* نویسنده مسئول:
دکتر سیدحسین حسینی
نشانی: گیلان، رشت، دانشگاه گیلان، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی.
تلفن: ۳۳۱۲۴۵۸۲ (۱۳) ۹۸+
رایانامه: hoseini.papers@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

مفصل پاتلوفمورال در طی حرکات زانو به‌وسیله تعامل پیچیده بافت‌های نرم به‌ویژه عضلات و ساختار هندسی سطوح مفصلی کنترل می‌شود [۶]. عضلات کوادریسپس داخلی و خارجی، تیلت و شیفت پاتلا را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد [۷] و عامل اصلی بدراستایی و ترکینگ نامطلوب پاتلا در بیماران PFPS، ضعف ساختارهای کناره داخلی مفصل پاتلوفمورال به‌ویژه عضله VMO است [۱]. عضله VM[5] نسبت به VL به‌طور عرضی‌تری به پاتلا متصل می‌شود و هر دو بخش مایل و طولی آن از بخش‌های متناظر در عضله VL مایل‌تر است [۸]. این میزان کجی تارهای عضله VM سبب می‌شود تا این عضله به‌طور مؤثری جابه‌جایی پاتلا به خارج را تحت کنترل داشته باشد.

یکی از مهم‌ترین عوامل آناتومیکی پیشنهادی مؤثر بر پایداری پاتلوفمورال، تعادل نیرو بین عضلات VL و VM است. عضله VM نقش ثابت و معنی‌داری را در پایداری خارجی پاتلا در کل دامنه حرکتی خم‌شدن دارد [۹]. گزارش شده است که اختلالات مزمنی همچون PFPS ارتباط تنگاتنگی با تغییرات نیروی عضلات کوادریسپس دارد [۱۰]. ترکیبی از عوامل استفاده نادرست از اندام تحتانی، مهار عضلانی آرتروژنیک[6] و انجام رفتارهایی برای اجتناب از درد ممکن است در اختلالات عضلات کوادریسپس سهیم باشد [۱۱].

با وجود اینکه هیچ توافقی روی اتیولوژی PFPS یا مناسب‌ترین راه درمان برای آن بین محققان وجود ندارد، اما رویکرد درمانی غیرجراحی در سطح وسیعی به‌عنوان رویکرد درمانی ترجیحی پذیرفته شده است [۱۳]. روش‌های درمانی غیرجراحی برای PFPS شامل دو دسته روش‌های توان‌بخشی بالینی (غیرحرکتی) و توان‌بخشی حرکتی (ورزشی) است [۱۴]. اخیراً محققان گزارش کرده‌اند که مداخلات بالینی غیرحرکتی اگرچه ممکن است در رفع یا کاهش درد و بهبود عملکرد پاتلوفمورال مؤثر باشد، ولی اثر معنی‌داری بر بهبود موقعیت پاتلا و فعالیت الکتریکی عضلات نخواهد داشت [۱۵]؛ زیرا تنش فعال عضله را با تغییرات عمده مواجه نمی‌سازد. به‌طورکلی ثابت شده است که شیوه‌های تمرین‌درمانی از لحاظ اثرگذاری بر درد و عملکرد، بر شیوه‌های توان‌بخشی بالینی برتری دارد [۱۶] و روش‌های درمانی غیرتمرینی از جمله تحریک الکتریکی صرفاً باید به‌عنوان روش‌های مکمل برنامه‌های تمرین‌درمانی در افراد مبتلا به درد پاتلوفمورال در نظر گرفته شود [۱۷].

هدف اصلی درمان‌های غیرجراحی PFPS، متعادل‌سازی فعالیت عضلات داخلی و خارجی زانو به‌منظور بازیابی راستای بیومکانیکی پاتلاست [۱۸]. اگر ایمبالانس نیروهای عضلانی داخلی و خارجی به‌دنبال برنامه‌های تمرین‌درمانی اصلاح نشود اعتبار و ارزش چنین برنامه‌هایی سؤال‌برانگیز است؛ زیرا درصورتی‌که نیروهای خارجی مؤثر بر پاتلا همچنان بیشتر از نیروهای داخلی باشد، پاتلا –حتی با وجود رفع یا کاهش درد– همچنان بدراستا باقی می‌ماند و با احتمال بیشتری مستعد آسیب مجدد خواهد بود [۱۹]. با این وجود بیشتر روش‌های تمرین‌درمانی سنتی برای بهبود PFPS روی افزایش قدرت گروه عضلات چهارسر ران بدون درنظرگرفتن این نکته که عضله VL به‌طور طبیعی قوی‌تر از عضله VMO است متمرکز شده است؛ درحالی‌که تمریناتی که نیروهای خارجی و داخلی را روی پاتلا متعادل نکند، سبب افزایش جابه‌جایی خارجی پاتلا در شیار ران می‌شود و تشدید ایمبالانس نیروی عضلات VMO و VL سبب برجسته‌ترشدن این سندرم می‌گردد.

تحقیقات نشان می‌دهد که تقویت بیشتر VMO نسبت به VL، می‌تواند سبب بازگشت پاتلا به درون شیار شود و عامل تأثیرگذاری در پیشگیری و درمان PFPS باشد [۲]. بر این اساس، محققان تلاش کرده‌اند تا تمریناتی برای تقویت ترجیحی VMO طراحی کنند، اما بیشتر تلاش‌های انجام‌شده در این زمینه تاکنون ناموفق بوده است [۲۴-۲۰]. از طرف دیگر، اگرچه تاکنون محققان به مطالعه اثربخشی تمرین بیوفیدبک EMG برای افزایش درگیری VMO و کاهش درد پرداخته‌اند [۲۵]، اما گزارش شده است که بیماران مبتلا به اختلالات مزمنی از قبیل PFPS و استئوآرتریت زانو بهره چندانی از بیوفیدبک EMG نخواهند برد و این شیوه حتی ممکن است نسبت به تمرین صرف مضراتی داشته باشد [۱۰]. برای درمان چنین اختلالات مزمنی، از تمرینات ایزومتریک و ایزوتونیک به دفعات استفاده و گاه نتایج متناقض و گاه نیز فواید بالینی نسبتاً خوبی حاصل شده است.

تاکنون تصور بر این بوده است که درمان موفقیت‌آمیز درد پاتلوفمورال می‌تواند از طریق تمرینات تقویت عمومی کوادریسپس حاصل گردد. مطالعه روی مبتلایان به استئوآرتریت زانو، حاکی از نقش و اثربخشی بیشتر تمرینات ایزوکینتیک در مقایسه با ایزومتریک بر قدرت عضله و درد است [۲۶]، اما اثربخشی تمرینات اکستنشن ایزوکینتیک با حداکثر چرخش خارجی تیبیا در مبتلایان به PFPS تاکنون مورد مطالعه قرار نگرفته است. چنین تمرینی با توجه به ایجاد حداکثر مقاومت در تمام زوایای مفصل، احتمالاً بتواند میزان تقویت عضله VMO را افزایش دهد و به بهبود بالانس آمپلی‌تیود فعالیت عضلات وستوس داخلی و خارجی منجر شود؛ بنابراین هدف تحقیق حاضر، مقایسه اثربخشی تمرین اکستنشن ایزوکینتیک زانو در حداکثر چرخش خارجی تیبیا و با سرعت بالا در زوایای نزدیک به بازشدن کامل زانو با تمرین تقویت عمومی عضلات کوادریسپس-که به‌طور رایجی در مراکز بالینی و کاردرمانی برای درمان مبتلایان به PFPS اجرا می‌شود- بر آمپلی‌تیود عضلات VMO و VLو نسبت آمپلی‌تیود VL/VMO است.

روش بررسی

تحقیق حاضر، از نوع آزمایشگاهی نیمه‌تجربی و از نظر هدف، از نوع پژوهش‌های کاربردی است. جامعه هدف این تحقیق، بیماران مبتلا به سندروم PFPS است و جامعه آماری آن را زنان ۱۸ تا ۳۰

5. Vastus medialis
6. Arthrogenic muscular inhibition

Archive of SID
www.SID.ir

ساله مبتلا به سندروم PFPS تشکیل می‌دهد. تعداد ۳۶ زن مبتلا به PFPS از طریق مراجعه به یک کلینیک کاردرمانی و به‌وسیله پزشکان متخصص ارتوپدی به‌عنوان نمونه تحقیق انتخاب شدند و به‌طور تصادفی و برابر در یکی از ۳ گروه تمرین ایزوکینتیک مبتنی بر تقویت انتخابی (SIS-VMO) VMO[7]، تمرین تقویت عمومی کوادریسپس (QGS)[8] و کنترل (CO)[9] قرار گرفتند. از کلیه آزمودنی‌ها رضایتنامه شرکت در پژوهش اخذ شد و به‌منظور رعایت اصول اخلاقی، تحقیق حاضر در کمیته تحقیقات بالینی دانشگاه به تصویب رسید. معیارهای ورود آزمودنی‌ها به تحقیق عبارت بودند از: وجود علائم PFPS تنها در پای راست، بروز درد قدامی زانو یا پشت پاتلا[10] در حداقل دو مورد از فعالیت‌های نشستن طولانی‌مدت، بالارفتن از پله‌ها، اسکات، دویدن، دو زانو نشستن و پریدن، بروز علائمی که مربوط به حوادث ناشی از ضربه نیست و مثبت اعلام‌شدن جواب آزمون کلارک[11]. آزمودنی‌های واجد شرایط کسانی بودند که این علائم را در طول مدت بیش از ۲ ماه داشتند. همچنین وجود استئوآرتروز/آرتریت زانو، جراحی یا آسیب قبلی زانو، آسیب‌دیدگی تاندون پاتلار، عارضه از گود شلاتر یا دیگر شرایط پاتولوژیکی شناخته‌شده در زانو باعث خروج آزمودنی از مطالعه می‌گردید.

از دستگاه دینامومتر ایزوکینتیک (مدل System 4 Pro، ساخت کمپانی بایودکس آمریکا) برای اجرای برنامه تمرینی گروه SIS-VMO استفاده گردید. در طی اجرای تمرینات، آزمودنی‌ها در حالت نشسته بودند (زاویه هیپ ۱۰۰ درجه) و تنه آنها در موقعیت نسبتاً عمودی قرار داشت و مرکز دینامومتر، منطبق بر محور چرخش زانو تنظیم گردید. محور چرخش زانو منطبق بر انتهای ران در راستای دوکندیل دیستال آن در نظر گرفته شد. با استفاده از بلت‌های ویژه، تنه به پشتی صندلی و ران به نشیمنگاه بسته و ثابت شد و ساق پا کمی بالاتر از مچ به بازوی دینامومتر متصل گردید (تصویر ۱). با استفاده از یک نوار چسبدارِ محکم بدون هرگونه قابلیت کش‌آمدن، حداکثر میزان چرخش خارجی قابل تحمل به تیبیا اعمال می‌گردید (تصویر ۱). سرعت دستگاه بسته به نوع تمرینات، در سه سرعت ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ درجه بر ثانیه تنظیم شد.

هر دو گروه تمرینی قبل از اجرای تمرینات ویژه خود، در یک دوره گرم‌کردن ۷ دقیقه‌ای شامل ۵ دقیقه تمرین روی دوچرخه ثابت با بار سبک و ۲ دقیقه کشش عضلات اندام تحتانی شامل همسترینگ، گاستروکنمیوس، کوادریسپس و باند ایلیوتیبیال، هر کدام سه مرتبه و هر مرتبه ۱۰ ثانیه شرکت نمودند. برنامه تمرینی گروه SIS-VMO به‌صورت تمرین اکستنشن ایزوکینتیک زانو با سرعت‌های ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ درجه بر ثانیه و در وضعیت حداکثر چرخش خارجی قابل تحمل تیبیا از موقعیت مرجع خم‌شدن ۳۰ درجه زانو بود. این تمرین به‌صورت سیکل کانسنتریک-اکسنتریک اجرا شد. ابتدا آزمودنی‌ها برای آشنایی با تجهیزات و وظیفه عملکردی، تمرین مذکور را ۵ بار در هر سرعت اجرا کردند. چرخش خارجی اعمال‌شده به‌صورت بیشترین مقدار قابل اعمال به پای شخص تا قبل از احساس درد یا ناراحتی بود. تمرینات به‌مدت ۸ هفته و هر هفته ۳ روز (در کل ۲۴ جلسه) و هر روز ۳ تمرین و هر تمرین ۳ دست ۱۰ تا ۱۶ تکراری انجام و بین دست‌ها ۱ تا ۲ دقیقه و بین تمرین ها ۱/۵ تا ۳ دقیقه استراحت در نظر گرفته شد. در فاصله استراحت بین تمرینات و درحالی‌که آزمودنی مشغول استراحت بود، محقق سرعت جدید دستگاه ایزوکینتیک را برای اجرای تمرین بعدی تنظیم می‌نمود.

برنامه تمرینی گروه QGS از ۳ تمرین برای تقویت عضله کوادریسپس تشکیل شده بود که همگی در حالت عدم تحمل وزن و در وضعیت طاق‌باز اجرا شدند: ۱) انقباض ایزومتریک بیشینه عضله کوادریسپس با زانو در حالت بازشدن کامل؛ ۲) بالابردن پا با زانوی صاف[12] (SLR) تا خم‌شدن تقریباً ۳۰ درجه هیپ و حفظ زانو در حالت بازشدن؛ ۳) بازشدن زانو در یک قوس کوچک از خم‌شدن ۱۰ درجه تا راست‌شدن کامل زانو. هر تمرین در ۳ دست ۱۰ تکراری با یک زمان نگهداری ۶ ثانیه‌ای اجرا می‌شد. تمرینات این گروه به‌مدت ۸ هفته، ۲ روز در هفته و هر روز یک‌بار با فاصله استراحتی ۹۰ ثانیه بین دست‌ها و ۱۲۰ ثانیه بین تمرین‌ها اجرا گردید.

برای حذف اثر تفاوت برنامه‌های تمرینی بر تغییرات پارامترهای مورد مطالعه، تا جای ممکن سعی گردید تا برنامه‌های دو گروه تجربی به لحاظ حجم کلی تمرینات همسان‌سازی شود. هدف از هر دو برنامه، افزایش قدرت با استفاده از اصل اضافه‌بار بود. در پایان هر جلسه تمرینات اصلی، هر دو گروه تجربی در یک دوره تمرینات خنک‌کردن شامل: کشش عضلات همسترینگ، دوقلو، باند ایلیوتیبیال و کوادریسپس به‌مدت ۵ دقیقه شرکت کردند. افراد مختص به گروه کنترل در ابتدای مطالعه ارزیابی شدند و به اعضای گروه کنترل توصیه گردید تا از هرگونه اشکال جدید و اختصاصی برنامه‌های تمرینی خودداری کنند تا به‌دنبال ارزیابی اولیه، ۸ هفته بعد دوباره ارزیابی شوند.

برای اندازه‌گیری آمپلی‌تیود فعالیت عضلات VMO و VL از دستگاه الکترومایوگرافی ۸ کاناله مدل Data Link DLK900 ساخت شرکت Biometric انگلستان با سرعت سمپلینگ ۱ کیلوهرتز و CMRR (نسبت رد سیگنال‌های مشترک) ۱۳۰دسی‌بل استفاده شد. به‌منظور ارزیابی روایی دستگاه، ۱۰ نفر از آزمودنی‌ها دوبار و با فاصله ۲۰ دقیقه از هم و بدون جابه‌جایی الکترودها، مورد ارزیابی قرار گرفتند. آزمون دوم بعد از اطمینان از عدم خستگی آزمودنی‌ها انجام شد. میزان تکرارپذیری دستگاه برای عضلات VMO و VL به‌ترتیب ۰/۹۱ و ۰/۹۳ محاسبه شد که حاکی از تکرارپذیری بسیاربالایی است [۲۷].

7. VMO selective isokinetic strengthening exercise
8. Quadriceps general strengthening exercise
9. Control
10. Retropatellar
11. Clarke's test
12. Straight leg rise

Archive of SID
www.SID.ir

بعد از آماده‌کردن پوست از طریق تراشیدن مو (در صورت لزوم) و پاک‌کردن ناحیه با الکل ایزوپروپیل[13]، یک جفت الکترود سطحی دوقطبی AgCl-Ag به قطر ۱۰ میلی‌متر و با فاصله ۲۰ میلی‌متری از مرکز یکدیگر روی محل‌های تعیین‌شده قرار داده شد. الکترودها برای VMO، تقریباً ۴ سانتی‌متر بالاتر و ۳ سانتی‌متر داخل‌تر نسبت به گوشه فوقانی-داخلی پاتلا و در زاویه‌ای ۵۵ درجه‌ای نسبت به محور طولی ران و برای VL، ۱۰ سانتی‌متر بالاتر و ۷ سانتی‌متر خارج‌تر از گوشه فوقانی پاتلا در زاویه‌ای ۱۵ درجه با محور طولی ران نصب [۲۸] و الکترود مرجع نیز به برجستگی تیبیا متصل گردید [۲۹]. جهت جلوگیری از جداشدن الکترودها از پوست و قطع تماس در طول حرکت، محل اتصال الکترودها با نوار ولکرو بانداژ شد. برای پردازش سیگنال‌های EMG از نرم‌افزار Data link استفاده شد. سیگنال‌های الکترومیوگرافی خام به‌طور دیجیتال در باند ۵۰۰-۲۰ هرتز فیلتر و RMS آنها محاسبه گردید تا آمپلی‌تیود فعالیت عضله نمایان شود. سیگنال‌های خام EMG به‌وسیله یک مبدّل A/D ۱۲ بیتی، به عدد تبدیل شد.

فعالیت EMG عضلات در وظیفه حرکتی بازشدن از موقعیت مرجع خم‌شدن ۴۵ درجه زانو در وضعیت نشسته و آنکل در وضعیت نئوترال ثبت شد. این عمل در طول ۳ ثانیه به پایان می‌رسید و زانو در پایان این حرکت، ۲ ثانیه در حالت بازشدن کامل نگه‌داشته می‌شد. عمل مذکور ۳ بار با فاصله زمانی ۶۰ ثانیه تکرار و میانگین داده‌های این سه بار محاسبه می‌شد. میانگین مقدار RMS برای هریک از عضلات مورد مطالعه به‌وسیله میانگین مقدار RMS به‌دست آمده از انقباض‌های مرجع همان عضله در طول MVIC در حالت بازشدن کامل زانو طبیعی گردید؛ بنابراین مقادیر فعالیت میوالکتریکی به‌صورت درصد (٪) ارائه شد [۳۰]. سه انقباض MVIC هریک به‌مدت ۶ ثانیه و با فاصله ۹۰ ثانیه از هم اجرا شد. قبل و پس از برنامه‌های تمرینی، میانگین EMG هر عضله به‌دست آمد و نسبت آمپلی‌تیود VMO/VL محاسبه گردید.

از میانگین و انحراف معیار برای توصیف متغیرها و تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر به‌منظور مقایسه میانگین متغیرها قبل و پس از هر برنامه تمرینی و نیز بین گروه‌های مختلف استفاده گردید. همچنین در صورت معنی‌داری تفاوت‌ها از آزمون تعقیبی بونفرونی برای مقایسه جفت گروه‌ها استفاده شد. سطح معنی‌داری تفاوت‌ها $P\leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد. تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع‌آوری‌شده در محیط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ و ترسیم تصویرها در محیط نرم‌افزار Excel صورت گرفت.

یافته‌ها

دامنه سنی آزمودنی‌ها بین ۱۹ تا ۳۰ سال بود. دامنه قد و وزن آزمودنی‌ها، به‌ترتیب بین ۱۶۱/۸ تا ۱۷۴/۳ سانتی‌متر و ۵۲/۳ تا ۷۸/۵ کیلوگرم بود. میانگین و انحراف معیار سن، قد و وزن آزمودنی‌ها به‌ترتیب ۶/۸±۲۷/۳ سال، ۱۸/۷۵±۱۶۷/۱ سانتی‌متر و ۱۰/۶±۶۴/۵ کیلوگرم بود. مشخصات آزمودنی‌ها به تفکیک هر گروه در جدول ۱ گزارش شده است.

میانگین و انحراف معیار آمپلی‌تیود فعالیت عضلات (برحسب درصد MVIC) آزمودنی‌ها در گروه‌های سنتی تمرین در آغاز مطالعه و پس از مداخلات تمرینی به‌ترتیب در جداول ۲ و ۳ گزارش گردیده است.

همان‌طورکه جدول شماره ۲ نشان می‌دهد در آغاز مطالعه، بین RMS عضلات در گروه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P>۰/۰۵$)، اما RMS عضله VMO در هر سه گروه به‌طور معنی‌داری کمتر از RMS عضله VL بود ($P<۰/۰۱$).

با این حال چنانچه در جدول شماره ۳ ملاحظه می‌گردد، پس از مداخلات تمرینی، آمپلی‌تیود VMO بین گروه‌ها به‌طور معنی‌داری متفاوت بود ($P<۰/۰۰۱$). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که RMS عضله VMO در گروه VMO-SIS به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه QGS ($P=۰/۰۰۱$) و CO ($P<۰/۰۰۱$) و در گروه QGS به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه CO ($P=۰/۰۲$) بود. مقدار RMS عضله VL نیز تفاوت معنی‌داری را بین گروه‌ها نشان داد ($P=۰/۰۱۵$) و در گروه QGS به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه VMO-SIS ($P<۰/۰۱$) و گروه CO ($P=۰/۰۱$) بود، اما

توانبخشی

تصویر ۱. نحوه نشستن روی دستگاه ایزوکینتیک. تنه و ران با بلت‌های ویژه به صندلی بسته شد و ساق پا در موقعیت حداکثر چرخش خارجی قابل تحمل آزمودنی قرار گرفت.

13. Isopropyl

www.SID.ir

جدول ۱. مشخصات آزمودنی‌ها*.

متغیر	گروه VMO-SIS (n=۱۲)	گروه QGS (n=۱۲)	گروه CO (n=۱۲)	مقدار P
سن	۲۸/۶±۵/۹	۲۵/۹±۶/۵	۲۷/۸±۷/۳	۰/۱۵۵
وزن	۶۶/۴±۹/۵	۶۲/۶±۱۰/۱	۶۴/۲۵±۹/۶	۰/۴۲۷
قد	۱۶۸/۴±۱۳/۳۵	۱۶۵/۵±۱۷/۶	۱۶۴/۸±۱۸/۳	۰/۷۲۹

* مقادیر به‌صورت میانگین±انحراف معیار گزارش شده‌اند.

توانبخشی

جدول ۲. مقدار RMS طبیعی‌شده عضلات VMO و VL در آغاز مطالعه*.

متغیر	گروه VMO-SIS (n=۱۲)	گروه QGS (n=۱۲)	گروه CO (n=۱۲)	مقدار P (مقایسه گروه‌ها)
VMO	۲۳/۹±۱۹/۶	۲۵/۵±۱۶/۹	۲۷/۶±۲۱/۳	۰/۵۱۴
VL	۳۰/۲±۱۳/۷	۳۲/۴±۱۴/۳	۳۳/۲±۱۵/۸	۰/۷۱۷
VMO/VL ratio	۰/۷۹۵±۰/۲۷	۰/۷۶۶±۰/۲۹	۰/۸۱۱±۰/۲۲	۰/۸۶۱
مقدار P (مقایسه VMO و VL)	<۰/۰۱	۰/۰۱	<۰/۰۱	

* مقادیر به‌صورت میانگین± انحراف معیار است و به‌صورت درصدی از مقدار RMS عضلات در MVIC گزارش شده است.

توانبخشی

در مقدار آن بین گروه‌های VMO-SIS و CO تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (P>۰/۰۵). در نسبت آمپلی‌تیود VMO/VL نیز تفاوت‌های معنی‌داری بین گروه‌ها پس از مداخله تمرینی مشاهده شد (P=۰/۰۰۲). نسبت VMO/VL در گروه VMO-SIS به‌طور معنی‌داری بیشتر از دو گروه دیگر بود (P=۰/۰۰۱)، اما بین دو گروه دیگر تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (P>۰/۰۵). همچنین در گروه VMO-SIS، آمپلی‌تیود VMO به‌طور معنی‌داری بیشتر از VL (P=۰/۰۱) بود، ولی در گروه QGS (P=۰/۰۰۱) و CO (P=۰/۰۰۳) به‌طور معنی‌داری کمتر از VL به‌دست آمد.

درصد تغییرات درون‌گروهی متغیرها در سه گروه تمرینی به‌صورت شماتیک در تصویر ۱ ارائه شده است. همان‌طورکه این تصویر نشان می‌دهد، درصد افزایش RMS عضله VMO در گروه VMO-SIS به‌طور معنی‌داری بیشتر از دو گروه دیگر (P<۰/۰۰۱) و در گروه QGS نیز به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه CO (P=۰/۰۲۷) بود. همچنین، درصد افزایش RMS عضله VL در گروه QGS به‌طور معنی‌داری بیشتر از دو گروه دیگر بود (P<۰/۰۱)، اما بین دو گروه دیگر تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (P>۰/۰۵). علاوه‌براین، درصد افزایش نسبت آمپلی‌تیود VMO/VL در گروه VMO-SIS به‌طور معنی‌داری بیشتر از دو گروه دیگر بود (P<۰/۰۰۱)، اما بین دو گروه دیگر تفاوت معنی‌داری را نشان

جدول ۳. مقدار RMS طبیعی‌شده عضلات VMOو VL پس از مداخلات تمرینی*.

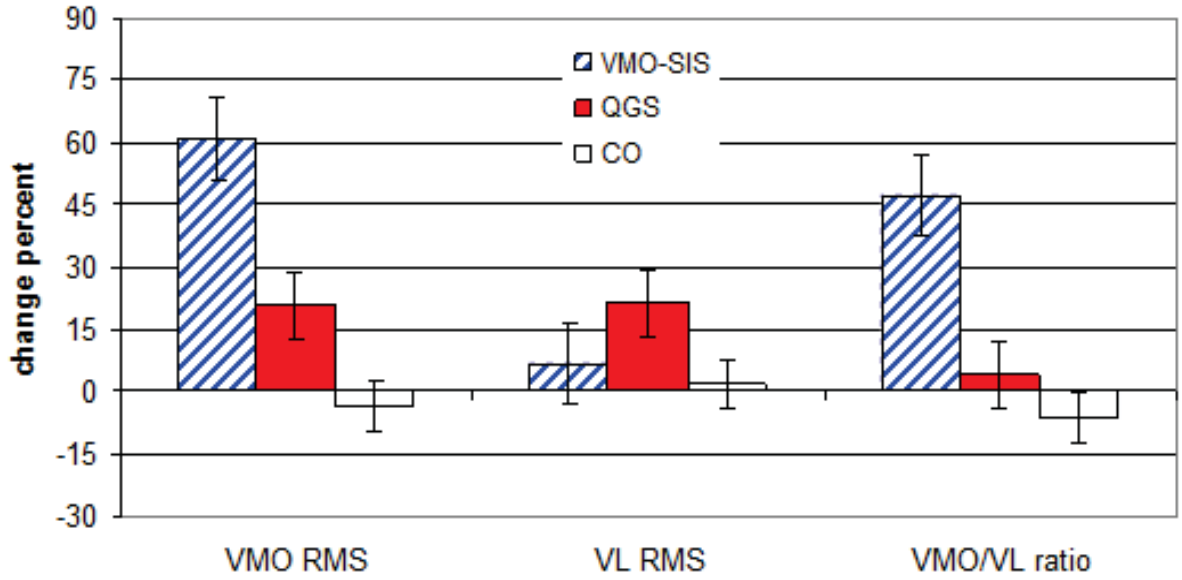
متغیر	گروه VMO-SIS (n=۱۲)	گروه QGS (n=۱۲)	گروه CO (n=۱۲)	مقدار P (مقایسه گروه‌ها)
VMO	†۳۸/۱±۱۷/۳*	۳۰/۸±۱۸/۴*	۲۶/۶±۱۹/۵	<۰/۰۰۱
VL	۳۲/۲±۱۳/۹*	†۳۹/۳±۱۶/۳	۳۳/۸±۱۵/۲	۰/۰۱۵
VMO/VL ratio	† ۱/۱۷±۰/۴۳*	۰/۷۹۹±۰/۳۱	۰/۷۵۷±۰/۲۱	۰/۰۰۱
مقدار P (مقایسه VMO و VL)	۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۳۶	

* مقادیر به‌صورت میانگین ± انحراف معیار است و به‌صورت درصدی از مقدار RMS عضلات در MVIC گزارش شده است.

توانبخشی

* اختلاف معنی‌دار با گروه QGS؛ † اختلاف معنی‌دار با گروه CO.

Archive of SID
www.SID.ir



توانبخشی

تصویر ۱. درصد تغییرات درون‌گروهی RMS عضلات VMO و VL.

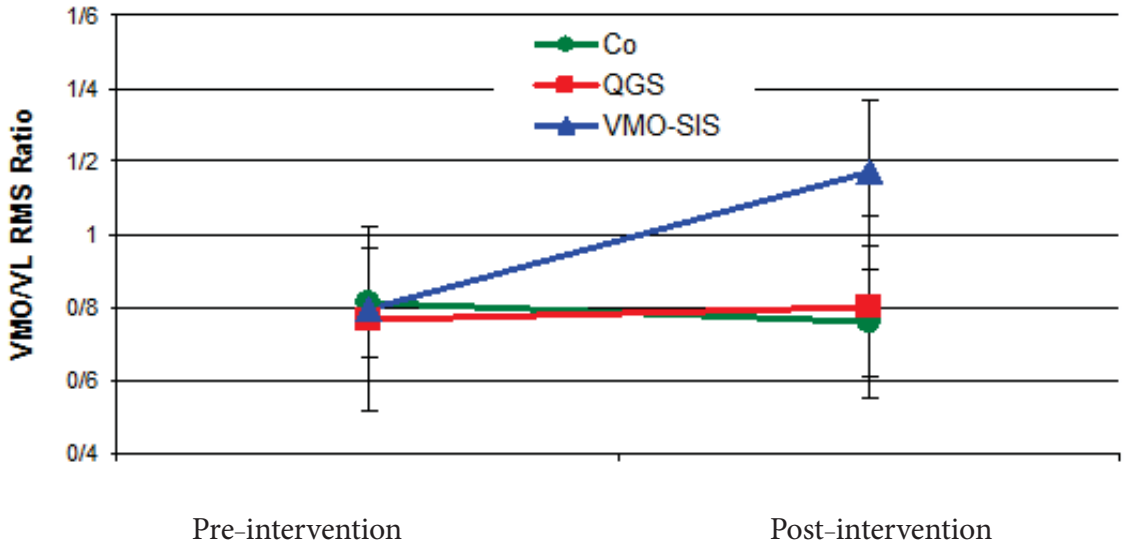
* اختلاف معنی‌دار با گروه QGS؛ † اختلاف معنی‌دار با گروه CO (سطح معنی‌داری در همه مقایسه‌ها P<۰/۵۰ بود).

نداد (P>۰/۰۵).

بین دو گروه، دیگر تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (P>۰/۰۵).

بحث

تغییرات نسبت آمپلی‌تیود VMO/VL در تصویر ۲ به تصویر کشیده شده است. همان‌طورکه این تصویر نشان می‌دهد نسبت آمپلی‌تیود VMO/VL در گروه VMO-SIS به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد (P<۰/۰۰۱) و مقدار این نسبت در گروه مذکور به‌طور معنی‌داری بیشتر از دو گروه دیگر است (P<۰/۰۰۱)، اما براساس یافته‌های پژوهش حاضر، در ابتدای مطالعه RMS عضله VMO در هر سه گروه به‌طور معنی‌داری کمتر از RMS عضله VL بود، اما پس از مداخلات در گروه VMO-SIS آمپلی‌تیود



توانبخشی

تصویر ۲. مقایسه تغییرات بین گروهی نسبت RMS عضله VMO به عضله VL در سه گروه مورد مطالعه.

* اختلاف معنی‌دار با قبل از مداخله، † اختلاف معنی‌دار با دو گروه دیگر (سطح معنی داری در همه مقایسه‌ها P≤۰/۰۵ بود).

www.SID.ir

VMO به‌طور معنی‌داری بیشتر از VL بود، ولی در گروه QGS و CO به‌طور معنی‌داری کمتر از VL به‌دست آمد.

این نتیجه با یافته‌های دیگر محققان مبنی‌بر سطح فعالیت الکتریکی پایین‌تر عضله VMO در مقایسه با VL در مبتلایان به PFPS [۲۲، ۲۴، ۳۰ و ۳۲] متناقض نبود و با فرض ما مبنی‌بر تجاوز آمپلی‌تیود عضله VMO از VL به‌دنبال ۸ هفته تمرین اکستنشن ایزوکینتیک زانو در حداکثر چرخش خارجی تیبیا، همخوانی داشت. به‌علاوه، آمپلی‌تیود VMO پس از ۸ هفته تمرین تقویت عمومی کوادریسپس به‌طور معنی‌داری کمتر از آمپلی‌تیود VL بود؛ بنابراین، ایمبالانس فعالیت بین این دو عضله با چنین تمریناتی نه‌تنها بهبود نمی‌یابد، بلکه حتی بدتر نیز می‌گردد. این موضوع احتمالاً تشدید درد پاتلوفمورال را در مبتلایان به این عارضه به‌دنبال خواهد داشت.

قبل از مداخلات تمرینی در RMS عضلات بین گروه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. با این حال، پس از مداخلات تمرینی RMS عضله VMO در گروه VMO-SIS به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه QGS و CO و در گروه QGS به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه CO بود. مقدار RMS عضله VL نیز در گروه QGS به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه VMO-SIS و گروه CO بود، اما در مقدار آن بین گروه‌های VMO-SIS و CO تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

در تحقیق حاضر، همچنین نسبت آمپلی‌تیود VMO/VL در گروه VMO-SIS به‌طور معنی‌داری تغییر کرد، به‌طوری‌که مقدار آن از ۰/۷۹۵ قبل از مداخله به مقدار ۱/۱۷ بعد از مداخله، افزایش یافت. افزایشی به میزان ۴۷/۱۷ درصد در نسبت مذکور، حاکی از تأثیر مثبت تمرینات ایزوکینتیک یادشده بر آمپلی‌تیود عضلات مذکور است، اما بین دو گروه دیگر تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

این تغییرات در آمپلی‌تیود و نسبت آمپلی‌تیود عضلات با فرض ما مبنی بر افزایش معنی‌دار فعالیت عضله VMO و نسبت آن به عضله VL در گروه تمرینات ایزوکینتیک مبتنی بر فعال‌سازی انتخابی عضله VMO همخوانی داشت. به‌عبارت دیگر، همان‌طورکه محققان انتظار داشتند تمرینات اکستنشن ایزوکینتیک زانو در دامنه نزدیک به بازشدن کامل (زاویه ۳۰ درجه) با حداکثر چرخش خارجی تیبیا، توانست سبب افزایش ترجیحی فعالیت VMO و نسبت فعالیت VMO/VL گردد؛ زیرا چنین تمرینی علاوه‌بر افزایش تنش عضلانی در عضله VMO با توجه به سرعت ثابت و مقاومت متغیر، سبب ایجاد حداکثر مقاومت در سرتاسر دامنه حرکتی می‌گردد. بدیهی است که غلبه بر چنین مقاومت بیشینه‌ای مستلزم درگیری واحدهای حرکتی بیشتر و افزایش نرخ آتش[14] عضله است. بنابراین، تلاش برای اعمال چنین نیرویی در جلسات متعدد تمرین، سبب افزایش قدرت و آمپلی‌تیود عضله می‌گردد [۳۳]. دلیل مهم دیگر برای افزایش فعالیت VMO پس از تمرینات گروه VMO-SIS، به رابطه طول-تنش این عضله مرتبط است که به‌نظر می‌رسد در طی حداکثر چرخش خارجی تیبیا، عضله VMO تحت کشش قرار گرفته است؛ لذا نیروی انقباضی آن به اوج خود می‌رسد. این امر با افزایش طول و افزایش فعالیت الکتریکی عضله VL در چرخش داخلی تیبیا که توسط محققان [۲۴] گزارش شده است، همخوان است. این محققان براساس شواهد خود مبنی بر افزایش فعالیت VL در طی چرخش داخلی تیبیا، پیشنهاد کردند که چرخش داخلی برای تقویت انتخابی VMO کارساز نخواهد بود [۲۴]. با این حال، محققان دیگر آداکشن هیپ را در بهبود رابطه طول-تنش VMO و افزایش نیروی آن مؤثر دانسته‌اند [۳۴و۲۲].

اثربخشی تمرینات ایزوکینتیک بر چندین عامل فیزیولوژیکی استوار است. تمرین ایزوکینتیک توانایی عملکردی را با بهبود پاسخ‌های نروماسکولار به تمرین از طریق کاهش بازداری نرون حرکتی آلفا، افزایش هماهنگی انقباض واحدهای حرکتی، تسهیل انقباض عضلانی بیشینه در هر نقطه از دامنه حرکتی، افزایش درگیری تار عضلانی و واحد حرکتی، افزایش سرعت تشکیل پل‌های عرضی اکتینومیوزین و تحریک هر دو نوع تار کُند انقباض و تند انقباض براساس اصول مقاومت تطبیقی در میان طیف گسترده‌ای از سرعت‌های تمرینی ثابت افزایش می‌دهد [۳۵]. تمرینات ایزوکینتیک برای تقویت تارهای تند انقباض از جمله عضله کوادریسپس، اثربخش‌تر از دیگر تمرینات است؛ بنابراین، اگرچه برخی از متخصصان توان‌بخشی استفاده از تمرینات ایزوتونیک اکسنتریک را به‌دلیل افزایش شدت نیروهای انقباضی بر استفاده از تمرینات ایزوکینتیک ترجیح می‌دهند، اما این اثر مخصوص تارهای عضلانی کُند انقباض است. به‌علاوه، تمرین ایزوکینتیک در دورهزمانی کوتاه‌تری به نتیجه می‌رسد [۳۵].

برخلاف مطالعات قبلی که بیشتر نسبت‌های VMO/VL مشابهی را بین تمرینات مختلف مورد بررسی، گزارش کرده بودند [۳۸-۳۵و۲۴] و غالباً در زمینه افزایش نسبت فعالیت VMO/VL ناموفق بوده‌اند [۲۴-۲۰]، تحقیق حاضر نتایج متفاوتی را گزارش کرد. پنگ و همکاران[15] (۲۰۱۳) در مقایسه اثر پرس پا با نیروی آداکشن ایزومتریک ماکسیمال و ساب‌ماکسیمال هیپ، بهبود اندک تا متوسطی را در نسبت فعالیت VMO به VL با هر دو نوع تمرین نشان دادند، ولی هیچ تفاوتی را در این نسبت بین این دو شیوه گزارش نکردند [۳۷]. محققان دیگر نسبت فعالیت VMO/VL کمتری را در ورزشکاران سالم در مقایسه با بیماران PFPS در حین اسکات با آداکشن ران گزارش کرده‌اند، لیکن بیان کرده‌اند که این امر نشان‌دهنده وضعیت بهتر ورزشکاران سالم است؛ یعنی عضلات برای اجرای یک حرکت خاص با درصد کمتری از بیشترین نیروی عضلانی

14. Firing rate

15. Peng, et al

Archive of SID
www.SID.ir

منقبض می‌شود [۳۹]. کوشیون و همکاران[16] (۲۰۱۲) به مقایسه اثر ۴ نوع وظیفه حرکتی شامل SLR با موقعیت نئوترال یا چرخش خارجی هیپ و بازشدن زانو در یک قوس کوچک با موقعیت نئوترال یا چرخش خارجی هیپ، بر مقدار فعالیت VL، VMO و نسبت VMO/VL در افراد فاقد سندروم PFPS پرداختند و هیچ تفاوتی را در نسبت فعالیت VMO/VL بین ۴ عمل مذکور گزارش نکردند، اما نشان دادند که بازشدن در قوس کوچک در هر دو موقعیت چرخش خارجی یا نئوترال هیپ، به‌طور مستقل سبب افزایش فعالیت VMO و VL می‌شود [۲۱]. کوکویرو[17] و همکاران (۲۰۰۵) اثر تمرینات نیمه‌اسکات زانو با و بدون آداکشن هیپ را بر روی فعالیت VMO و VL بررسی و اظهار نمودند با وجود اینکه فعالیت ترجیحی VMO در هیچ‌کدام از دو گروه دیده نشد، اما همراهی آداکشن هیپ با تمرین اسکات، تعادل بیشتری بین بخش‌های داخلی و خارجی کوادریسپس برقرار می‌کند و می‌تواند در درمان محافظه‌کارانه PFPS به‌کار رود [۲۴]. بالوگون و همکاران (۲۰۱۰) در مقایسه دو برنامه تمرینی آداکشن هیپ و ترمینال بازشدن زانو در افراد سالم، اظهار داشتند که هیچ‌یک از تمرینات مورد مطالعه در فعال‌سازی VMO یا VL مؤثرتر از دیگری نیست [۳۸].

با این وجود، نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های ویلیس و همکاران (۲۰۰۵) همخوانی داشت. این محققان، حرکت رکاب‌زدن با چرخش خارجی ساق را حرکتی مؤثر در افزایش نسبت فعالیت دو عضله ذکر کرده بودند [۴۰]، اما آنها مکانیسم عملکرد عضلات در تمرین پیشنهادی را گزارش نکرده‌اند. از طرفی تحقیقات نشان داده است که قوس حرکتی ۳۰ درجه خم‌شدن تا بازشدن کامل، بهترین قوس حرکتی برای افزایش نسبت فعالیت الکتریکی عضله پهن داخلی مایل به عضله پهن خارجی است [۴۱]؛ بنابراین، در مورد اثرگذاری قابل توجه تمرین پیشنهادی ویلیس و همکاران، با توجه به قوس بسیار بزرگ سیکل خم‌شدن-بازشدن در عمل رکاب‌زدن، تردید وجود دارد.

نتایج تحقیق حاضر با نتایج ان.جی و همکاران [۲۸] همخوانی داشت، هرچند برنامه‌های تمرینی آنها مشتمل بر استفاده از یک بیوفیدبک EMG بود که به‌کارگیری آن برای درمان بیماران مبتلا به اختلالات مزمنی از قبیل PFPS و استئوآرتریت زانو توصیه نمی‌شود [۱۰] و اخیراً محققان نیز اثر معنی‌دار آن را مورد تأیید قرار نداده‌اند [۲۹].

همان‌گونه که بررسی پیشینه نشان می‌دهد، تحقیقات گذشته عمدتاً به مطالعه برنامه‌های تمرینی ایزومتریک یا ایزوتونیک در زنجیره‌های حرکتی باز یا بسته پرداخته است؛ بنابراین، مطالعه‌ای که اثر شیوه‌های توان‌بخشی ایزوکینتیکی را در مبتلایان به PFPS مورد بررسی قرار داده باشد، یافت نشد. در این میان مطالعه روی مبتلایان به استئوآرتریت زانو، حاکی از اثربخشی بیشتر تمرینات ایزوکینتیک در مقایسه با ایزومتریک بر قدرت عضله و درد است [۲۶]. علاوه‌براین، محققان دیگر نشان داده‌اند روش‌های توان‌بخشی‌ای که از برنامه‌های تمرینی ایزوکینتیکی استفاده می‌کنند در مدیریت توان‌بخشی بیماران پس از جراحی زانو، مؤثرتر و کارآمدتر از برنامه‌های تمرینی غیرایزوکینتیکی بوده است [۳۵]. بنابراین، تحقیقات قبلی در مورد دیگر اختلالات زانو، اثر قوی‌تر تمرینات ایزوکینتیک را در درمان بیماران مورد تأیید قرار داده است.

با وجود نتایج قابل توجه تحقیق حاضر، فقدان یک گروه کنترل سالم از محدودیت‌های این تحقیق است. به‌علاوه عدم بررسی آزمایشگاهی ضعف و آتروفی عضلات وستوس بیماران نیز می‌تواند به‌عنوان یکی دیگر از محدودیت‌های تحقیق حاضر مطرح گردد. مطالعه نقش قدرت و عملکرد دیگر عضلات از قبیل عضلات گلوتئال، همسترینگ، آداکتورهیپ و حتی عضلات دیستال از قبیل تیبیالیس خلفی و اینترینسیک پا می‌تواند بینش وسیع‌تری درباره اتیولوژی PFPS و اتخاذ تمرینات مناسب درمانی فراهم نماید. علاوه‌براین، مطالعه رادیولوژیک مفصل پاتلوفمورال و بررسی سونوگرافیک عضلات وستوس می‌تواند ضمن ارائه بینشی گسترده‌تر در مورد راستای پاتلا و تصویری دقیق‌تر از آناتومی عضلات، بازخورد تمرینات مذکور را با دقت بیشتری نشان دهد. محققان این پژوهش در حال حاضر مشغول مطالعه رادیوگرافیک مفصل پاتلوفمورال و بررسی سونوگرافیک عضلات وستوس به‌دنبال تمرینات مذکور در مبتلایان به PFPS هستند.

نتیجه‌گیری

اگرچه مطالعات قبلی در یافتن تمرینی ویژه که بتواند سبب فعالیت ترجیحی VMO نسبت به VL گردد ناموفق بوده است، اما نتایج مطالعه حاضر حاکی از افزایش نسبت فعالیت عضله VMO به VL و به‌عبارتی دیگر، فعالیت ترجیحی عضله VMO با تمرینات اکستنشن ایزوکینتیک در حداکثر چرخش خارجی تیبیا با سرعت‌های بالا بود. این شیوه تمرینی به‌عنوان یک روش درمانی مناسب به مراکز فیزیوتراپی و پزشکی ورزشی برای درمان بیماران واجد علائم PFPS توصیه می‌شود. علاوه‌براین، نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تمرینات تقویت عمومی کوادریسپس، ایمبالانس فعالیت بین عضلات وستوس داخلی و خارجی را که مشکلی رایج در مبتلایان به PFPS است بهبود نمی‌دهد، بلکه حتی در تشدید ایمبالانس فعالیت عضلانی و درد آنها سهیم است؛ بنابراین، می‌بایست از به‌کارگیری آنها در درمان چنین عوارضی اجتناب ورزید.

تشکر و قدردانی

این پژوهش بخشی از یک تحقیق گسترده مربوط به رساله دکتری در رشته بیومکانیک ورزشی دانشگاه بوعلی سیناست. محققان بدین‌وسیله تشکر صمیمانه خویش را از دانشجویان دکتری و اساتید مهندسی پزشکی و پزشکی ورزشی به‌دلیل کمک‌ها و رهنمودهای علمی و نیز

16. Kushion et al.
17. Coqueiro

Archive of SID
www.SID.ir

مسئولین و کادر محترم آزمایشگاه‌های حرکت‌درمانی و پزشکی ورزشی بیمارستان توانبخشی نورافشار و مرکز تحقیقات پزشکی ورزشی دانشگاه علوم پزشکی تهران برای کمک‌های فنی و تجربی ابراز می‌دارند.

منابع

[1] Collado H, Fredericson M. Patellofemoral Pain Syndrome. Clinics in Sports Medicine. 2010; 29(3):379–398.

[2] Lin F, Wilson NA, Makhsous M, Press JB. Koh JL, Nuber GW, Zhang LQ. In vivo patellar tracking induced by individual quadriceps components in individuals with patellofemoral pain. Journal of Biomechanics. 2010; 43(2):235–241.

[3] Song CY, Lin JJ, Jan MH, Lin YF. The role of patellar alignment and tracking in vivo: The potential mechanism of patellofemoral pain syndrome. Physical Therapy in Sport. 2011; 12(3):140-147.

[4] Rezazade F, Ezzati K, Karimi N, Mahmoodpoor A, Valizadeh A. [Comparison of the balance indices of professional athletes with and without patellofemoral pain syndrome (Persian)]. Journal of Rehabilitation. 2013; 13(3):49-55.

[5] Salahzade Z, Salavati M, Marufi N, Sanjari MA, Goharpey SH. [Comparison of knee extensor static force in females with patellofemoral pain and healthy females (Persian)]. Journal of Rehabilitation. 2007; 8(3):66-70.

[6] Farahmand F, Tahmasbi MN, Amis AA. Lateral force–displacement behaviour of the human patella and its variation with knee flexion-a biomechanical study in vitro. Journal of Biomechanics. 1998; 31(12):1147-52.

[7] Farahmand F, Akbar M, Jafari A, Foumani MS. A detailed and validated three dimensional dynamic model of patellofemoral joint. Journal of Biomechanical Engineering. 2012; 134(4):1-14.

[8] Farahmand F, Senavongse W, Amis AA. Quantitative study of the quadriceps muscles and trochlear groove geometry related to instability of the patellofemoral joint. Journal of Orthopedic Research. 1998; 16(1):136-43.

[9] Farahmand F, Tahmasbi MN, Amis AA. The contribution of the medial retinaculum and quadriceps muscles to patellar lateral stability an in-vitro study. The Knee. 2004; 11(2):89–94

[10] Wasielewski NJ, Parker TM, Kotsko KM. Evaluation of electromyography biofeedback for the quadriceps femoris: A systematic review. Journal of Athletic Training. 2011; 46(5):543–554.

[11] Jones SW, Hill RJ, Krasney PA, O'Conner B, Peirce N, Greenhaff PL. Disuse atrophy and exercise rehabilitation in humans profoundly affects expression of genes associated with regulation of skeletal muscle mass. The FASEB Journal. 2004; 18(9):1025–7.

[12] Piva SR, Fitzgerald GK, Irrgang JJ. Associates of physical function and pain in patients with patellofemoral pain syndrome. Archives Physical Medicine and Rehabilitation. 2004; 90(2):285–295.

[13] Witvrouw E, Werner S, Mikkelsen C, Van Tiggelen D, Vanden-Berghe L, Cerulli G. Clinical classification of patellofemoral pain syndrome: guidelines for non-operative treatment. Knee Surgery, Sports Traumatology Arthroscopy. 2005; 13(2):122–30.

[14] Aminaka N, Gribble PA. Patellar Taping, Patellofemoral Pain Syndrome, Lower Extremity Kinematics, and Dynamic Postural Control. Journal of Athletic Training. 2008; 43(1):21-28.

[15] Manzer MH, Zutshi K, Mandal P. Response of therapeutic exercise and patellar taping on patella position and pain control in the Patellofemoral pain syndrome. Indian Journal of Pain. 2013; 27(2):75-79.

[16] Van Linschoten R, van Middelkoop M, Berger MY, Heintjes EM, Verhaar JA, Willemsen SP, et al. Supervised exercise therapy versus usual care for patellofemoral pain syndrome: an open label randomized controlled trial. British Medicine Journal. 2009; 339:4074.

[17] Fabiana RG, Fabio MA, Neri A. Effects of electrical stimulation of vastus medial is oblique in PFPS patients with patellofemoral pain syndrome: an electromyography analysis. Revista Brasileira de Fisioterapia. 2010; 14(6):477-82.

[18] Crossley K, Bennell K, Green S, Cowan S, McConnell J. Physical therapy for patellofemoral pain: A randomized, double blinded, placebo controlled trial. The American Journal of Sports Medicine. 2002; 30(6):857.

[19] Lin YF, Lin JJ, Jan MH, Wei TC, Shih HY, Cheng CK. Role of the vastus medial is oblique's in repositioning the patella. The American Journal of Sports Medicine. 2008; 36(4):741-746.

[20] Vicente SA, Carolina AC, Jaime MPP, Carlos MA, Enrique C. Anterior knee pain and patellar instability. 2nd ed. London: Springer; 2011, pp: 69-87.

[21] Kushion DJ, Rheaume J, Kopchitz K, Glass S, Alderink G, Jinn JH. EMG activation of the vastus medial is oblique and vastus laterals during four rehabilitative exercises. The Open Rehabilitation Journal. 2012; 5(1):1-7.

[22] Coqueiro KRR, Bevilaqua-Grossi D, Berzin F, Soares AB. Analysis on the activation of the VMO and VLL muscles during semi squat exercises with and without hip adduction in individuals with patellofemoral pain syndrome. Journal of Electromyography Kinesiology. 2005;15(6):596-603

[23] Irish SE, Millward AJ. The effect of closed-kinetic chain exercises and open-kinetic chain exercise on the muscle activity of vastus medial is oblique and vastus laterals. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2010; 24(5):1256-1262.

[24] Serrão FV, Cabral CMN. Effect of tibia rotation on the electromyographical activity of the vastus medial is oblique and vastus laterals longus muscles during isometric leg press. Physical Therapy in Sport. 2005; 6(1):15-23.

[25] Ng GYF, Zhang AQ, Li CK. Biofeedback exercise improved EMG activity ratio of the medial and lateral vasti muscles in subjects with patellofemoral pain syndrome. Journal of Electromyography Kinesiology. 2008; 18(1):128-133.

[26] Rosa UH, Tlapanco JV, Maya CL, Rios EV, Gonzalez LM, Daza ERV, et al. Comparison of the effectiveness of isokinetic vs isometric therapeutic exercise in patients with osteoarthritis of knee. Reumatologia Clinica. 2012; 8(1):10-14.

[27] Mathur S, Eng JJ, MacIntyre DL. Reliability of surface EMG during sustained contractions of the quadriceps. Journal of Electromyography Kinesiology. 2005; 15(1):102-10.

Archive of SID

www.SID.ir

[28] Ng GYF. Patellar taping does not affect the onset of activities of vastus medialis obliquus and vastus lateralis before and after muscle fatigue. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation. 2005; 84(2):106-11.

[29] Bennell K, Duncan M, Cowan S, Mconnell J, Hodjes P, Croosley K. Effects of vastus medialis oblique retraining versus general quadriceps strengthening on vasti onset. Medicine & Science in Sport Exercise. 2010; 42(5):856-64.

[30] Felicio LR, Baffa ADP, Liporacci RF, Saad MC, Oliveira ASD, Bevilaqua-Grossi D. Analysis of patellar stabilizers muscles and patellar kinematics in anterior knee pain subjects. Journal of Electromyography Kinesiology. 2011; 21(1):148-153.

[31] Cowan SM, Hodges PW, Bennell KL, Crossley KM. Altered vasti recruitment when people with patellofemoral pain syndrome complete a postural task. Archives Physical Medicine and Rehabilitation. 2002; 83(7):989-95.

[32] Santos EP. EMG activity of vastus medialis obliquus and vastus lateralis muscles during functional activities in subjects with patellofemoral pain syndrome. Brazilian Journal of Physical Therapy. 2008; 12(4):304-10.

[33] Nickols-Richardson SM, Miller LE, Wootten DF, Ramp WK. Concentric and eccentric isokinetic resistance training similarly increases muscular strength, fat free soft tissue mass and specific bone mineral measurements in young women. Osteoporosis International. 2007; 18(6):789-796.

[34] Carlson J, Hobbs L, Smith K. Isolation of the vastus medialis oblique during semi-squat and straight leg rise exercises. Journal of Health & Social Work. 2010; 2(6):40-53.

[35] Timm KE. Postsurgical knee rehabilitation: A five year study of four methods and 5,381 patients. The American Journal of Sports Medicine. 1988; 16(5):463-468.

[36] Boling M, Padua D, Blackburn JT, Petschauer M, Hirth C. Hip adduction does not affect VMO EMG amplitude or VMO:VL ratios during a dynamic squat exercise. Journal of Sport Rehabilitation. 2006; 15:195-205

[37] Peng HT, Kernozek TW. Muscle activation of vastus medialis obliquus and vastus lateralis during a dynamic leg press exercise with and without isometric hip adduction. Physical Therapy Sport. 2013; 14(1):44-49.

[38] Balogun JA, Broderick K, Dolan-Aiello M. Comparison of EMG activities in the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles during hip adduction and terminal knee extension exercise protocols. African Journal of Physiography and Rehabilitation Science. 2010; 2(1):1-5.

[39] Rezazadeh F, Rajabi R, Karimi N, Aali S, Valizadeh A. [The vastus medialis oblique to vastus lateralis electromyographic ratio during squat with hip adduction in athletes with and without patellofemoral pain syndrome (Persian)]. Journal of Rehabilitation. 2013; 13(3):41-48.

[40] Willis FB, Burkhardt EJ. Preferential vastus medialis oblique activation achieved as a treatment for knee disorders. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2005; 19(2):286-291.

[41] Attarzade SR, Ebrahimi S, Rajabi H, Gharankhanlu R. [Effect of training program on VMO: VL electrical activity ratio in knee closed kinetic chain (Persian)]. Olympic. 2005; 31:41-50.

Archive of SID
www.SID.ir